

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen — Nürnberg
(em. Direktor: Prof. Dr. C. Korth)

**ZUR BEURTEILUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT
INFARKTKRANKER
MIT HILFE DER FAHRRAD-ERGOMETER-BELASTUNG**

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen — Nürnberg

vorgelegt von
Ulrich Lehmann
aus Breslau

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen — Nürnberg
(em. Direktor: Prof. Dr. C. Korth)

**ZUR BEURTEILUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT
INFARKTKRANKER
MIT HILFE DER FAHRRAD-ERGOMETER-BELASTUNG**

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen — Nürnberg

vorgelegt von
Ulrich Lehmann
aus Breslau

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin der
Universität Erlangen-Nürnberg



komm. Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. W. Hilmer

Korreferent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 04. Februar 1975

Herrn Professor Dr. med. C. Korth danke ich
dafür, daß ich die Untersuchung in seinem
Institut mit seiner freundlichen Unterstüt-
zung durchführen durfte.

Herrn Professor Dr. med. W. Hilmer danke ich
für die Überlassung des Themas und die mir
stets zuteil gewordene Förderung.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	<u>Seite</u>
I. <u>EINLEITUNG</u>	2
II. <u>METHODIK</u>	5
1. Möglichkeiten zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit	5
a) Anamnese und Befund	5
b) Der Arbeitsversuch	6
c) Die Fahrradergometerbelastung	7
d) Das Belastungs-EKG	7
2. Auswahl der untersuchten Infarktkranken	8
3. Versuchsanordnung und Geräte	9
4. Kriterien zum Abbruch der Belastung	12
III. <u>ERGEBNISSE</u>	13
1. Alter	13
Berufstätigkeit	14
Training	15
2. Lokalisation des Infarkts	15
3. Zusammenstellung der untersuchten Einzeldaten	15
4. Leistungsfähigkeit und Merkmale der Leistungsbegrenzung	23
a) Herzinsuffizienz	25
b) Koronarinsuffizienz	29
c) Vorwiegend extrakardiale Begrenzung	31
5. Veränderungen der T-Zacke während und nach der Belastung	31
6. Extrasystolen	33
7. Berufstätigkeit und Leistung	34
IV. <u>DISKUSSION</u>	35
V. <u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	49
VI. <u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	51

I. EINLEITUNG

Ein Infarktkranker galt früher grundsätzlich als Invalide. Er wurde dazu angehalten, sich jeder weitergehenden körperlichen Aktivität zu enthalten. Vom Arbeitsleben ausgeschlossen, hatte er seinen Platz in der Gesellschaft verloren. Erst Anfang der dreißiger Jahre erkannte man, daß ein Herzinfarkt nicht nur überlebt werden kann, sondern auch eine Wiedereingliederung in den Arbeitsprozeß möglich ist. ⁸⁷⁾ BOCK ⁸⁾ weist 1967 darauf hin, daß in Deutschland ein Infaktereignis noch vor 10 bis 12 Jahren absolut ein Rentenfall war.

Heute sind Bewegungsübungen ein wichtiger Bestandteil der Therapie geworden, dem Infarktkranken wird allgemein eine gewisse Leistungsfähigkeit zugebilligt, Beruf und Gesellschaft fordern den Infarktkranken nach dem akuten Ereignis. Die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit und damit ein adäquater Platz in der Gesellschaft ist zum Ziel und zur wirkungsvollen Unterstützung des Langzeittherapieplans geworden. Eine sorgfältige ärztliche Führung von der Klinik über die Erholungs- und Anpassungsphase, die die Wiederangleichung der verbliebenen Restleistung an die Anforderungen der Umwelt überwacht, ist dazu unerlässlich.

Der Gesetzgeber seinerseits schreibt vor, daß vor der endgültigen Berentung alle Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit getroffen werden müssen. ³⁴⁾ In der Tatsache, daß auch heute noch das Gros der Frührentner Herz- und Kreislaufkranke sind, sieht HOCHREIN ³⁴⁾ nicht nur eine Schuld der Krankheit als solcher, sondern vorzugsweise der unzureichenden Rehabilitationsbehandlung. ³⁴⁾

In der Praxis wird das Ausmaß körperlicher Belastung dem Infarktpatienten weitgehend selbst überlassen. ³³⁾ Anzustreben ist aber die kontrollierte Aktivität im Rahmen systematischer Bewegungstherapie mit Koronar- und Kreislauftraining sowie Training der Lungenfunktionen und der peripheren Muskulatur. Den Rahmen hierfür stellt das Rehabilitationsbemühen während der Klinik- und Kurortbehandlung dar, welches allerdings örtlich und zeitlich begrenzt ist und deshalb von den ortsansässigen Institutionen in enger Zusammenarbeit mit dem Hausarzt weitergeführt, ergänzt und zur Langzeitbetreuung ausgebaut werden sollte.

Außer den üblichen Kuranstalten in Deutschland ⁴⁸⁾ gibt es u. a. in den USA Rehabilitationswerkstätten, wo die Austestung der Leistungsfähigkeit, das Training, die Wiederanpassung an das frühere Arbeitsmilieu und gegebenenfalls eine Umschulung von den verschiedensten Fachleuten vorgenommen wird. ⁷⁵⁾

In Rußland werden Rehabilitanden in ihrer Freizeit und über Nacht in Nachtsanatorien betreut. ⁴⁸⁾

In Israel sind Rehabilitationszentren teils auf gemeinnütziger, teils auf privater Grundlage entstanden. ²⁷⁾ In Schweden wird in der Rehabilitation Herzkranker vorwiegend eine poliklinische Aufgabe gesehen, ¹⁴⁾ was unserer Vorstellung am nächsten kommt.

In Deutschland bemüht man sich heute an vielen Orten um die Errichtung von Rehabilitationszentren, um die Erstellung langfristiger Bewegungstherapiepläne. In der täglichen Praxis aber wird der Arzt nur bei einem sehr kleinen Teil seiner Infarktpatienten ein systematisches Herz- und Kreislauftraining, welches von der Klinik an durchgeführt

wurde, bei seinen therapeutischen Überlegungen voraussetzen können.

Ausgehend davon, daß ein großer Teil der Patienten eine altersadäquate Leistungsbreite von Herz und Kreislauf nach dem Infarkt wiedererreichen kann, 2, 9, 84, 85) daß die Wiedererlangung der alten Leistungsfähigkeit die Prognose entscheidend verbessert, entschlossen wir uns, gerade die Patienten, bei denen noch kein ärztlich geführtes Training vorgenommen worden war, auf ihre Leistungsfähigkeit hin zu untersuchen. Mit einbezogen haben wir auch jene Patienten, bei denen aufgrund ihres Alters die Frage der Leistungsfähigkeit gar nicht erst gestellt worden war.

II. METHODIK

1. Möglichkeiten zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit

Es ergab sich vor allem die Frage, welche Möglichkeiten im Routinebetrieb gegeben sind, um einen Infarktkranken hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit zu beurteilen.

a) Anamnese und Befund

Aus der Anamnese erfahren wir etwas über die Leistungsfähigkeit des Patienten, indem wir beachten, ob er seinen alten Arbeitsplatz wieder aufnehmen konnte, bzw. welche Arbeiten er ohne Beschwerden verrichten kann, z. B. wieviele Treppen der Patient steigen kann, ohne stehenbleiben zu müssen. Wir versuchen, zu erfahren, ob der Patient vor allem durch kardiale Schwäche in seiner Aktivität begrenzt ist, oder aber, besonders bei älteren Patienten, mangelndes Training, muskuläre Insuffizienz, Gelenksymptome oder Erwartungsangst die Leistungsfähigkeit mindern.

Belastungsangina und/oder Dyspnoe können Ausdruck einer durch Infarkt bedingten Schädigung des Herzens sein. Es ist auszuschließen, ob nicht Lungenkrankheiten, angeborene Herzfehler, Stoffwechselerkrankungen, Fettleibigkeit, Anaemie oder andere Krankheiten die eigentlichen Ursachen einer Leistungsminderung sind. Auch an eine bereits bestehende funktionelle Angina pectoris muß gedacht werden.

b) Der Arbeitsversuch

Als Methode, den Infarktkranken hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit möglichst objektiv zu beurteilen, bietet sich vor allem der kontrollierte Arbeitsversuch an.

Die dem Herzen zuzuordnende Leistungseinschränkung ist nur sehr schwer nachzuweisen, weil Herz, Kreislauf, Peripherie, Lungenfunktionen und cerebrale Steuerung einschließlich des Leistungswillens des Patienten eine nicht trennbare Einheit bilden. So finden wir in der Literatur weit über 100 verschiedene Herz- und Kreislauffunktionsproben, die im wesentlichen die Anpassungsfähigkeit an körperliche Arbeitsbelastung prüfen.

Die gebräuchlichsten sind:

Aufrichten aus der Horizontalen nach Schellong.

Steigen von Treppen oder Stufen bei unterschiedlicher Dauer, Geschwindigkeit und Stufenhöhe.
5, 6, 7, 39)

Standardisierter Zweistufentest nach Master und Oppenheimer. 54)

Laufen in der Tretmühle. 36, 52)

Belastung am Drehkurbelergometer. 9)

Arbeit am Fahrradergometer. 3, 23, 24, 44, 45,
59, 60, 67, 68, 70, 72)

c) Die Fahrradergometerbelastung

Wir wählten die Fahrradergometerbelastung, weil sie den Anforderungen einer standardisierbaren und reproduzierbaren Belastungsform genügt: physikalisch gemessene Leistung in mkg/sec bzw. W, regulierbare Umdrehungszahl. 59, 60, 67)

Auch kann diese Art der Belastung bei den geringsten subjektiven Beschwerden abgebrochen werden. Sie bietet zudem den Vorteil, Arbeit in lebensnaher Form zu ermöglichen und ist routinemäßig durchzuführen.

Von der zunächst versuchten Spiroergometerbelastung, 9, 21, 23, 24, 49, 60, 85) deren Bedeutung außer Frage steht, wurde in Anbetracht technischer Schwierigkeiten, vor allem unter Berücksichtigung der in der Maskenatmung liegenden zusätzlichen Belastung und Verängstigung Infarktkranker, abgesehen.

d) Das Belastungs-EKG

Viele Autoren beschränken sich bei dem Arbeitsversuch auf eine Kontrolle von Blutdruck und Pulsfrequenz.

CHAPMAN¹²⁾ vergleicht Zirkulationszeit, Blutdruck und Pulsfrequenzen nach Belastung von Normalpersonen mit den Vergleichswerten von Patienten mit ausgeheiltem Herzinfarkt. Er findet, daß von denen der Normalpersonen nur die höheren Pulsfrequenzen der Infarktpatienten auffallend unterschiedlich sind, was aber in der vorausgegangenen Inaktivität begründet sein mag.

Wir halten die vielfach geforderte ^{1, 3, 5, 6, 11, 22, 27, 32, 38, 40, 58, 60, 64, 60, 86)} zusätzliche Ableitung der Herzstromkurve für unbedingt notwendig.

Ergänzend zu der EKG-Registrierung v o r und n a c h der Belastung halten wir, wie viele andere Autoren, ^{1, 3, 5, 7, 11, 22, 44, 45, 59, 70, 71)}

eine EKG-Schreibung w ä h r e n d der Belastung für wichtig. Diese Methode erlaubt es, die Belastung individuell zu dosieren, ohne den Patienten unnötigen Risiken auszusetzen. Der Versuch kann bei entsprechenden EKG-Veränderungen noch vor einem schweren Angina pectoris-Anfall abgebrochen werden. Zudem können EKG-Veränderungen erfaßt werden, die bereits während oder mit Ende der Belastung wieder verschwinden. Nach FLEISCH ²²⁾ können typische EKG-Veränderungen dem Angina pectoris-Anfall 30 Sekunden bis 1 Minute vorausgehen.

ABARQUEZ ¹⁾ betont die größere Häufigkeit positiver Ergebnisse bei EKG-Schreibung während der Belastung.

BELLET ⁶⁾ fand die pathologischen EKG-Veränderungen bei 17 von 37 Patienten während der Belastung.

2. Auswahl der untersuchten Infarktkranken

Im Rahmen der mit HILMER durchgeführten Unterweisung Infarktkranker besprachen wir die Frage der erlaubten körperlichen Belastung nach dem

Herzinfarkt. Wir klärten über die Vorteile eines systematischen Koronartrainings einerseits und die Gefahren einer unkontrollierten Belastung andererseits auf.

65 Infarktkranke meldeten sich zu einer Fahrrad-ergometer-Belastung.

Vor dem Leistungstest wurden die zum Teil über Jahre gehenden Eintragungen in das Krankenblatt, alle verfügbaren EKGs und Röntgenbilder im Verlauf überprüft sowie eine eingehende klinische Untersuchung vorgenommen.

Besonders beachtet wurden:

Allgemeinzustand

Ausschluß einer floriden Erkrankung

Ausschluß eines Rezidivinfarkts

Manifeste Herzinsuffizienz (Ruheinsuffizienz)

Zeitraum seit dem Infarkt: mindestens ein dreiviertel Jahr.

Dazu wurden das Herzvolumen nach MEYTHALER⁶¹⁾ röntgenologisch bestimmt und der Infarktverlaufstyp seit der akuten Erkrankung nach HILMER³³⁾ festgelegt.

3. Versuchsanordnung, Geräte

a) Bestimmung der Herzgröße

Die Bestimmung der Herzgröße wurde über die röntgenologische Volumenbestimmung des Herzschat- tens nach MEYTHALER⁶¹⁾ vorgenommen.

Der zu Untersuchende befindet sich in Bauchlage auf einem Tisch, der an dem üblichen BUCKY-Tisch in einem Winkel von 90° angebracht ist. Es werden jeweils 2 Aufnahmen, eine als posterior-anteriores Sagittalbild und eine als Rechts-Links-Quer-Aufnahme angefertigt. Die Auslösung der Aufnahme erfolgt jeweils von einem "Herzphasenschalter" aus über die R-Zacke des EKG, und zwar mit einer derartigen Verzögerung, daß der Herzschatten immer in der maximalen Diastole des Kammerzyklus zur Darstellung kommt. (Einzelheiten siehe MEYTHALER ⁶¹⁾).

b) Die Fahrrad-Ergometer-Belastung

Die Fahrrad-Ergometer-Belastung wurde am "Ergotest" Fahrradergometer der Firma Erich Jäger, Würzburg, durchgeführt. Die EKG-Registrierung erfolgte mit dem "Mingograf Cardiorex 6t" der Firma Siemens. Blutdruckmessung: halbautomatisch mit dem "Tensiomat 69 a" der Firma W. Wilken AG.

Um die durch Muskelarbeit bedingte Verzitterung der EKG-Kurve möglichst gering zu halten, wurden Saugelektroden verwandt und eine besondere Ableitungsform, modifiziert nach KLEPZIG ⁴²⁾, gewählt.

Diese Ableitungen kommen den üblichen Standardableitungen sehr nahe. Unterschiede, die sich aus der verschiedenen Vektorprojektion gelegentlich ergaben, waren als solche zu erkennen und für unsere Fragestellung von

untergeordneter Bedeutung, zumal wir bei der Auswertung nur in gleicher Ableitungsart geschilderte EKG miteinander verglichen.

Elektrodenlage:

Elektroden für Ableitung I: beide Schultern,
Elektroden für Ableitung II und III: linke Bauchseite (zwischen Rippenbogen und Inguinalband),

O-Elektrode: rechte Unterbauchseite,

drei Brustwandableitungen (V_2 , V_4 , V_6) in üblicher Position nach Wilson.

Des weiteren wurde auf eine stabile Lage der Elektroden mit gutem Hautkontakt geachtet: Haare wurden abrasiert, die Stelle mit Alkohol gesäubert, Elektrodencreme aufgetragen. Die Saugelektroden wurden zusätzlich mit Heftpflastern gesichert.

Die Drähte wurden möglichst spannungsfrei geführt.

Dem Patienten wurde eingeschärft, möglichst nur die Beine zu bewegen und nicht die Metallteile des Fahrrads zu berühren. Außerdem wurde eine gleichmäßige Raumtemperatur von ca. 22°C angestrebt.

Das Elektrokardiogramm wurde zunächst beim liegenden Patienten mit den üblichen Ableitungen nach EINTHOVEN, GOLDBERGER und WILSON registriert, dann mit den oben genannten Ableitungen im Stehen, schließlich im Sitzen auf dem Fahrradergometer in Ruhe geschrieben.

Während der Belastung wurde am Ende jeder Minute für 5 Sekunden ein EKG geschrieben. Bei auffallenden Kurvenveränderungen oder Beschwerden wurde das EKG fortlaufend registriert. Nach Abschluß der Belastung wurde der EKG-Befund für weitere 10 Minuten beobachtet.

Die Belastung wurde begonnen mit einer Vorgabe von 50 W, nach 6 Minuten in einer Belastungsstufe wurde in die nächst-höhere Stufe (75, 100, 125 W) umgeschaltet. Dauer und Höhe der Belastung summieren sich dabei (je 6 Minuten in einer Belastungsstufe), so daß bei der Bewertung der höheren Wattstufen die Arbeitsleistung während der einzelnen Vorstufen mit zu berücksichtigen ist. (Erreicht ein Proband 6 Minuten 125 W, so hat er 24 Minuten in steigender Belastung getreten.)

4. Kriterien zum Abbruch des Belastungsversuches

Die Belastung wurde abgebrochen, und zwar ohne Rücksicht auf Vollendung der jeweiligen Watt-Zeiteinheit;

- a) beim Auftreten von Angina pectoris,
- b) beim Auftreten von ST-Senkungen vom horizontalen oder deszendierenden Typ,
- c) beim Auftreten einer Belastungsdyspnoe,
- d) beim Auftreten von Rhythmusstörungen,
- e) bei ungewöhnlichem Blutdruck- oder Frequenzanstieg,

- f) wenn der Proband wegen des Auftretens von Beschwerden um Beendigung des Belastungsversuches bat.

Nach Beendigung der Belastung wurde der Proband angehalten, eine halbe Stunde unter ärztlicher Kontrolle zu bleiben.

III. ERGEBNISSE

Unsere Beobachtungen betreffen ausschließlich infarktkrankte Männer.

Von 65 Infarktkranken, die sich zu einem Belastungstest gemeldet hatten, wurden 50 (77 %) zu dem Test zugelassen. Der Ausschluß von 15 Infarktkranken (23 %) ergab sich aus der strengen Einhaltung oben genannter Auswahlkriterien, die dem individuellen Schweregrad der Infarkterkrankung und der möglichen Gefährdung durch eine Belastung Rechnung tragen.

1. Alter

Die Infarkthäufigkeit in Abhängigkeit vom Lebensalter bei den 65 Patienten, die sich zu dem Test gemeldet hatten, ist in Abb. 1 angegeben.

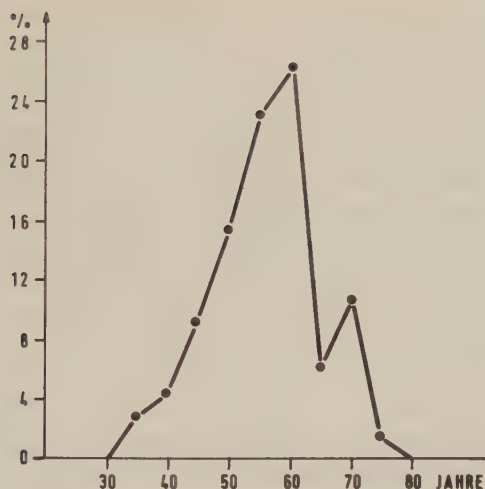


Abb. 1: Infarkthäufigkeit in Abhängigkeit vom Lebensalter bei 65 Männern.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Infarkts betrug bei diesen 65 Patienten 53,6 Jahre.

Das Alter der 50 zugelassenen Patienten betrug zum Zeitpunkt der Untersuchung durchschnittlich 58,5 Jahre. 10 Infarkt Kranke waren jünger als 50 Jahre, 14 im fünften, 21 im sechsten Lebensjahrzehnt, und 5 waren älter als 70 Jahre.

Berufstätigkeit

Von den 50 Infarkt Kranken waren 33 (66 %) berufstätig, wobei zu beachten ist, daß immerhin 26 Patienten 60 Jahre und älter und somit im Pensions- bzw. pensionsnahen Alter waren.

Training

In der Gruppe der unter 60 Jahre alten fuhren regelmäßig Fahrrad: 4 Patienten, bei den über 60 Jahre alten waren es 8 Patienten.

Sport, Schwimmen, längeres Wandern, Bergsteigen übten in regelmäßigen Abständen aus:

5 Patienten der unter 60 Jahre alten und
5 Patienten, die über 60 Jahre alt waren.

So schnitt die Gruppe der über 60jährigen mit 50 % aller Patienten, die einem "Training" in irgendeiner Form nachgingen, deutlich besser ab als die Gruppe der jüngeren Patienten.

2. Lokalisation des Infarkts

24 Infarkt Kranke hatten einen Herzvorderwandinfarkt, davon 5 einen nicht-transmuralem Infarkt, 20 einen Hinterwandinfarkt, 3 einen Vorder- und Hinterwandinfarkt durchgemacht.

3. Zusammenstellung der untersuchten Einzeldaten

Sammeltabelle 1

<u>WATTSTUFE</u>	50		75		100		125
<u>MINUTEN</u>	1-3	4-6	1-3	4-6	1-3	4-6	4-6
<u>ANZAHL</u>	4	6	13	11	9	4	3

1. ALTER

bis 49 J.			3	1	2	3	1
50-59 J.	3	2	2	5	2		
60 und mehr Jahre	1	4	8	5	6	1	2

2. LOKALI- SATION

Vorderwand	3	2	6	6	7	1	2
Hinterwand	1	3	7	3	2	3	1
Vorder- und Hinterwand		1		2			

3. VERLAUF

Typ I		1		1	4	2	
Typ II	3	4	11	6	1	2	2
Typ III	1	1	2	2	2		1
Typ IV				2	2		

4. HERZVO- LUMEN

bis 700 cm ³			1	2		1	
700-850 cm ³	1	3	4	2	4	1	3
üb. 850 cm ³	3	3	8	7	5	2	

5. P-ZACKE

schmäler	1	1	2	4	5	2	2
unverändert	2	1	2	2	2	2	1
breiter	1	4	9	5	2		

<u>WATTSTUFE</u>	50		75		100		125
<u>MINUTEN</u>	1-3	4-6	1-3	4-6	1-3	4-6	4-6
<u>6. ST-STRECKE</u>							
gleichbleibend / muldenförmige Senkung	2	2	12	5	7	4	3
horizontale / deszendierende Senkung	2	4	1	6	2		
<u>7. T-AM-PLI-TUDE</u>							
flacher		3	1	1	1	3	
gleichbleibend	2	1	3	4	3		1
höher	1		8	5	3	1	2
paradoxe Reaktion	1	2	1	1	2		
<u>8. AB-BRUCHS-GRUND</u>							
Angina pectoris / ST-Senkungen	2	3		7	2		
Dyspnoe	1	3	7	7	2		
Erschöpfung / Vorsicht	1		6	1	5	4	3

In Sammeltablelle 1 ist die Häufigkeitsverteilung einiger uns wichtig erscheinender Daten in Korrelation zu der jeweils erreichten Watt-Stufe dargestellt, wobei je 3 Minuten zu einer Zeiteinheit zusammengefaßt sind. Die Tabelle enthält Absolutzahlen.

Zu Tabelle 1:

1. Die besten Leistungen erbrachten erwartungsgemäß die jüngeren Patienten (bis 49 Jahre). Dann jedoch nimmt die Leistungsfähigkeit nicht proportional dem Alter ab, sondern es folgen in den erreichten Leistungen die Infarktkranken der höchsten Altersstufe (60 Jahre und älter). Bemerkenswerterweise haben von den älteren Infarktkranken sechs die 100-W-Stufe, zwei sogar die 125-W-Stufe erreicht.
2. Vergleicht man die Leistungen der Patienten mit Vorderwandinfarkt mit den Leistungen der Patienten, die einen Hinterwandinfarkt durchgemacht haben, so ergibt sich kein relevanter Unterschied. Patienten mit Doppelinfarkt waren erwartungsgemäß nicht besonders leistungsfähig.
3. Kranke mit einem EKG nach Verlaufstyp I (völlige Rückbildung aller elektrokardiographischen Infarktzeichen) haben eine besonders hohe Leistungsfähigkeit bewiesen: 6 von 8 Kranken haben die 100-W-Stufe erreicht. Der mit nur 50 W aus dem Rahmen fallende Patient mit Verlaufstyp I ist ein 73jähriger Mann mit einem Herzvolumen von 1375 cm^3 ; ihn zwang eine rasch einsetzende Belastungs-Dyspnoe zum Abbruch.

Patienten mit Verlaufstyp II (infarkttypischer Umbau von Q-R-S bleibt als Dauerbefund) und die mit Verlaufstyp III (auch die T-Veränderungen bleiben bestehen) liegen in der Verteilung annähernd gleich, wobei zu beachten ist, daß die mit Verlaufstyp II die weitaus größte Gruppe darstellen. Erstaunlich ist, daß selbst die 4 Patienten mit Verlaufstyp IV (rezidivierende ST-T-Veränderungen) Leistungen zwischen 4 Minuten 75 W und 3 Minuten 100 W erbrachten.

4. 75 % der Patienten mit großvolumigen Infarkt-herzen fanden ihren Grenzbereich bis 75 W einschließlich, 54 % innerhalb der 75-W-Stufe. Mit steigender Leistung nimmt der Anteil der Patienten mit großvolumigen Herzen ab und der mit mittlerer oder kleiner Herzgröße zu. Die höchste Wattstufe wurde ausschließlich von Patienten mit mittlerer Herzgröße erreicht.
5. Bei den Patienten mit Breitenzunahme der P-Zacken während der Belastung ergibt sich eine etwa gleiche Leistungsbegrenzung im Bereich der 75-W-Stufe, wie unter 4 genannt, allerdings noch eindeutiger: nur 2 Patienten mit breiter werdendem P haben 100 W getreten (jeweils 3 Min). Deutlich bessere und beste Leistungen wurden von Patienten erbracht, bei denen ein normales P gleich blieb oder aber frequenzabhängig schmaler wurde.
6. ST-Senkungen vom horizontalen und deszendierenden Typ traten bei 30 % der Patienten auf, etwa gleich häufig in der 50- und 75-W-Stufe.

7. Nur selten (9 x) war eine Abflachung der T-Zacken während oder nach der Belastung zu beobachten, 3 x war eine initiale T-Abflachung aufgetreten. 20 x hingegen war eine Größenzunahme der T-Zacken während der Belastung zu verzeichnen, die nach Belastungsende wieder kontinuierlich zurückging, oder aber in selteneren Fällen noch über das Belastungsende hinaus zunahm, um dann wieder kontinuierlich zurückzugehen. Die Höhenzunahme von T trat vor allem in den höheren Belastungsstufen auf. In 7 Fällen kam es zu einem Aufrichten negativer T-Zacken während der Belastung im Sinne einer paradoxen Reaktion.
8. Die subjektiven Merkmale der Leistungsbegrenzung im Sinne der Angina pectoris korrelieren gut mit den Beobachtungen über ST-Senkungen, ebenso wie die im Sinne einer Belastungsdyspnoe gut mit den Beobachtungen über das Herzvolumen übereinstimmen.
- 20 x zwängen extrakardiale Faktoren, wie z. B. Ermüdung oder Ängstlichkeit des Patienten, zum Abbruch. Bei den Infarktkranken, die die höchsten Wattstufen erreichten, beendeten wir den Test zumeist aus Vorsicht, um den sich in seiner Leistungsfähigkeit überschätzenden Patienten nicht zu überfordern.

Das Verhalten der Pulsfrequenz bei Belastung wurde im Hinblick auf seine Beziehung zur Belastungshöhe untersucht.

In Abb. 2 sind die Einzelmeßwerte des Pulsfrequenzanstiegs bei erreichter Höchstleistung eingetragen (n = 49, da ein Patient Vorhofflimmern hatte).

Proportional zur steigenden Belastung war eine Zunahme des durchschnittlichen Pulsfrequenzanstiegs zu verzeichnen. Die breite Streuung der Pulsfrequenzwerte in den einzelnen Belastungsstufen deutet auf die unterschiedliche Kompensationsfähigkeit bzw. -unfähigkeit der einzelnen Infarktkranken hin.

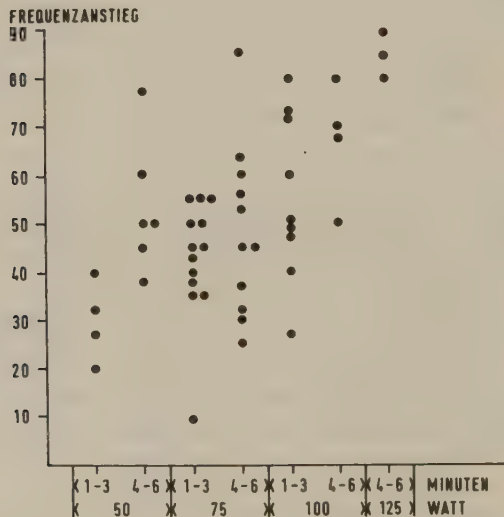


Abb. 2: Das Verhalten der Pulsfrequenz bei Belastung Infarktkranker, dargestellt an dem Pulsfrequenzanstieg von der Ruhe-Frequenz zur Frequenz bei der jeweils erreichten höchsten Belastungsstufe.

Die Veränderung des Blutdrucks während der Belastung ist in Abb. 3 dargestellt. Unter der Belastung kam es bei den meisten Infarktkranken erwartungsgemäß zu einem erheblichen Blutdruckanstieg. Dieser Anstieg betraf vor allem den systolischen Bereich mit einer positiven Beziehung zur Belastung: die Höhe des Blutdruckanstiegs nahm proportional zur Höhe der Belastung zu. Die diastolischen Blutdruckwerte änderten sich nur wenig; es konnte auch keine Korrelation zwischen diastolischem Blutdruckverhalten und Belastungshöhe gefunden werden.

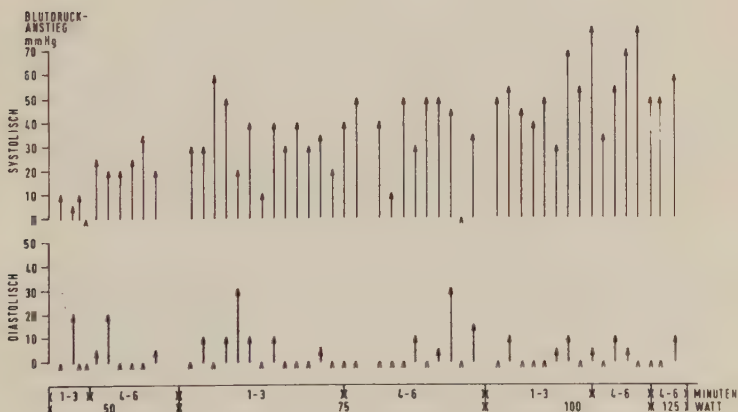


Abb. 3: Das Verhalten des systolischen und diastolischen Blutdrucks bei Belastung Infarktkranker, dargestellt am Blutdruckanstieg vom Ruhe-Wert zum Blutdruck bei der jeweils erreichten höchsten Belastungsstufe.

4. Leistungsfähigkeit und Merkmale der Leistungsbegrenzung

Die Begrenzung der Leistungsfähigkeit der untersuchten Infarktkranken war, abgesehen von Lebensalter, Konstitution, Training und den anderen oben genannten Faktoren, vor allem durch drei Merkmalsgruppen gegeben:

- a. Durch die Erscheinungen der Herzinsuffizienz, die in mehreren Merkmalen zum Ausdruck kam (Belastungsdyspnoe, Herzvolumen, P-Veränderung).
- b. Durch die Erscheinungen der Koronarinsuffizienz in Form der Angina pectoris und typischen horizontalen oder deszendierenden ST-Senkungen. Dabei trat die Angina pectoris mit Anfallscharakter hinter Oppressionsgefühl, Herzstechen und Herzsensationen mit einschnürendem Charakter zurück.
- c. Durch die Auswirkungen vorwiegend ekstrakardialer Faktoren, wie allgemeine Ermüdung, muskuläre Insuffizienz, Ängstlichkeit des Patienten oder Vorsichtsverhalten des Arztes.

Einen Überblick über die Häufigkeit, mit der die jeweiligen Watt-Zeit-Einheiten erreicht wurden, und welche Beschwerden dabei auftraten, bzw. was zum Abbruch der Belastung führte, gibt Abb. 4.

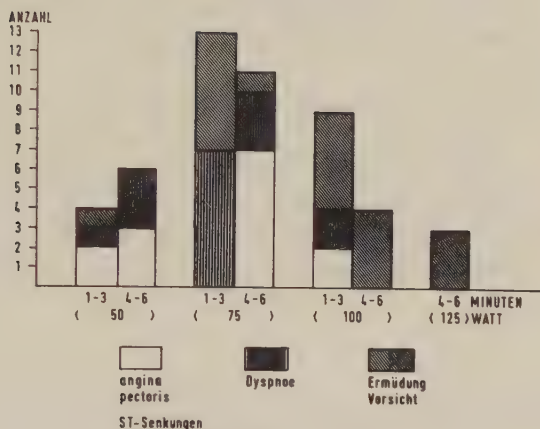


Abb. 4: Leistungen und Merkmale der Leistungsbegrenzung, aufgegliedert nach erreichten Watt-Minuten.

20 % der Untersuchten fanden ihre Leistungsgrenze bereits innerhalb der ersten 6 Minuten bei einer 50-W-Leistung. In der 7. bis 12. Minute des Tests, bei einer auf 75 W gesteigerten Belastung, erreichten 48 % die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. 26 % erbrachten 13 bis 18 Minuten bei einer Endleistung von 100 W. 20 bis 24 Minuten mit einer Höchstleistung von 125 W erreichten schließlich 6 % der Infarktkranken.

Bei Leistungen von 50 W und bei Leistungen von 100 W waren Angina pectoris und Dyspnoe etwa gleich häufig der Grund für den Abbruch des Arbeitsversuchs, im mittleren Leistungsbereich überzog zunächst die Dyspnoe (1 - 3 Min 75 W), in der zweiten Hälfte der 75-W-Stufe die Angina

pectoris. Die extrakardialen Faktoren der Leistungsbegrenzung fielen mit steigender Wattstufe zunehmend ins Gewicht.

An dieser Stelle sei betont, daß wir die untersuchten Infarktkranken in keinem Falle zur Leistung drängten. Während der Belastung fragten wir die Patienten wiederholt nach dem Auftreten von irgendwelchen Beschwerden und entschlossen uns im Zweifelsfalle für den Abbruch der Belastung.

4a. Begrenzung der Leistungsfähigkeit durch Erscheinungen der Herzinsuffizienz

Da Kranke mit manifester Herzinsuffizienz (Ruheinsuffizienz) entsprechend den Auswahlkriterien von der Belastung ausgeschlossen worden waren, beziehen sich unsere Beobachtungen ausschließlich auf die Auswirkungen der latenten Herzinsuffizienz (Belastungsinsuffizienz). Dafür ergaben sich eindeutig positive Korrelationen zwischen dem H e r z v o l u m e n , dem Auftreten der B e l a s t u n g s d y s p n o e und der Veränderung der P - Z a c k e während der Belastung.

Die Relation zwischen Lebensalter und Herzvolumen ist in Abb. 5 dargestellt. Es ergibt sich ein Hinweis auf eine Volumenzunahme infarktkranker Herzen mit steigendem Alter.

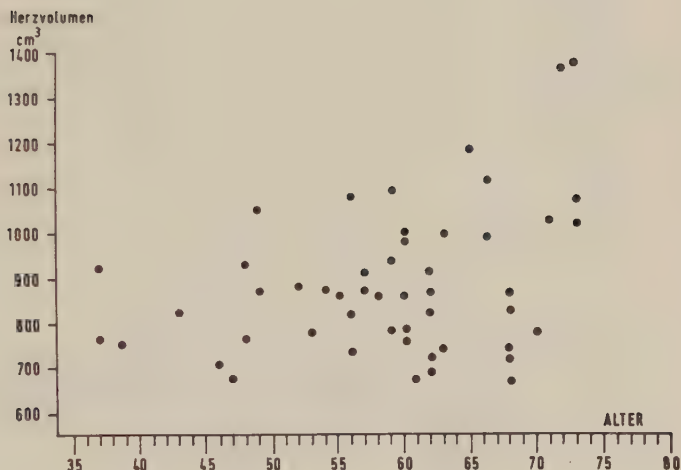


Abb. 5: Herzgröße und Lebensalter bei 50 Infarktkranken.

Die Beziehung zwischen Leistungsfähigkeit, Herzvolumen und subjektiven Beschwerden zeigt Abb. 6. Mit steigender Leistung nimmt der Anteil normal- und kleinvolumiger Herzen zu, der Anteil großvolumiger Herzen ab. Herzgröße und Beschwerden zeigen eine deutliche Korrelation: Zum Abbruch wegen Belastungsdyspnoe kam es vor allem bei Infarktkranken mit großvolumigem Herzen, während die Patienten, bei denen Angina pectoris und/oder ST-Senkungen auftraten, zumeist ein normal großes oder kleines Herz hatten.

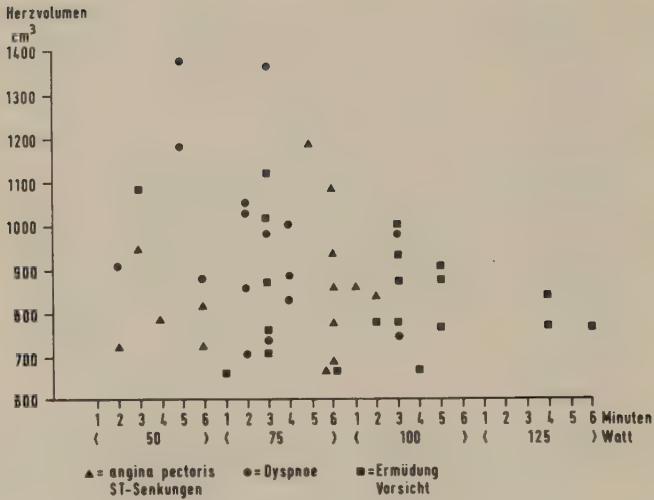


Abb. 6: Beziehungen zwischen Herzvolumen, Leistungsfähigkeit und Merkmalen der Leistungsbegrenzung, aufgegliedert nach jeweils erreichten Watt-Minuten.

Das Verhalten der P-Zacken während der Belastung erscheint uns von besonderer praktischer Bedeutung, zumal die Vorhöfe kaum vom Infarkt unmittelbar betroffen sind.

Wie aus Abb. 7 hervorgeht, war bei Patienten, deren Leistung durch Dyspnoe begrenzt war, regelmäßig eine Breitenzunahme der P-Zacke zu beobachten, während Erscheinungen der Koronarinsuffizienz mit gleichbleibender oder schmaler werdender P-Zacke einhergingen. In keinem Fall war eine Begrenzung durch Belastungsdyspnoe bei schmaler werdender P-Zacke zu beobachten.

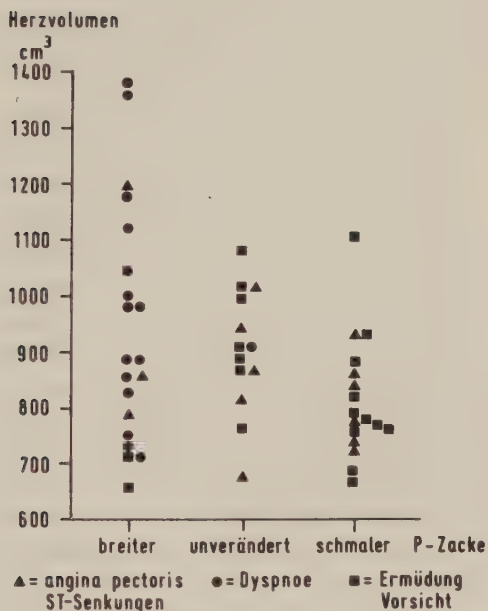


Abb. 7: Das Verhalten der P-Zacke während der Belastung Infarktkranker im Vergleich mit dem Herzvolumen und den jeweiligen Merkmalen der Leistungsbegrenzung.

Positiv ist nach Abb. 7 auch die Korrelation zwischen dem Verhalten der P-Zacke während der Belastung und dem Herzvolumen. Kranke, deren EKG eine Breitenzunahme von P aufwies, hatten zumeist ein großes Herz (über 850 cm³). Patienten mit schmaler werdendem P hatten in der Regel ein durchschnittlich großes oder kleines Herz.

Bei unverändertem P fanden wir eine breitere Streuung der Herzvolumina. Dazu ist bemerkenswert, daß bei 20 Patienten, bei denen ekstrakardiale Ursachen zum Abbruch führten, 18 ein EKG während der Belastung mit gleichbleibendem oder schmaler werdendem P zeigten!

Eine auffällige Beziehung fanden wir auch zwischen der Leistungsfähigkeit und der Veränderung der P-Zacke im Belastungs-EKG: Patienten, deren EKG eine Breitenzunahme der P-Zacke unter der Belastung aufwies, erreichten durchweg niedrigere Watt-Stufen (nur 2 von 20 erreichten die 100-Watt-Stufe). Bei den Patienten mit der höchsten Leistungsfähigkeit war ausschließlich ein Schmälerwerden oder Gleichbleiben nicht verbreiteter P-Zacken zu verzeichnen. Diese Beobachtungen stimmen mit denen über die Herzinsuffizienz überein.

4b. Begrenzung der Leistungsfähigkeit durch Erscheinungen der Koronarinsuffizienz

Patienten mit Erscheinungen, die auf eine Koronarinsuffizienz hindeuten, hatten überwiegend Herzen mit mittleren und kleinen Herzvolumen. Der Grenzbereich ihrer Leistungsfähigkeit lag bei der Mehrzahl zwischen 5 Min 75 W und 2 Min 100 W, und war damit etwas höher als der von den Patienten mit Herzinsuffizienz, was auf eine etwas bessere Leistungsfähigkeit hinweist.

Bei 11 von 14 Infarktkranken traten Herzschmerzen zusammen mit typischen ST-Senkungen vom

deszendierenden und horizontalen Typ auf. Bei den Beschwerden handelte es sich in 7 Fällen um eine Angina pectoris "vera", in 4 Fällen mehr um Oppressionsgefühl im Sinne einer Angina pectoris "suspecta". Bei 3 Patienten waren deutliche ST-Senkungen von k e i n e r - l e i Beschwerden begleitet. Einmal stand bei Auftreten von typischen ST-Senkungen die Dyspnoe im Vordergrund der Beschwerden.

In der Aufzeichnung des EKG nach Abbruch der Belastung war eine kontinuierliche Rückbildung der ST-Senkungen innerhalb eines Zeitraumes von durchschnittlich 5 Minuten zu beobachten. Bleibend gesenkte oder angehobene ST-Strecken im Sinne einer ausgeprägten akuten Ischaëmie-reaktion waren in keinem Falle zu beobachten.

Die Bedeutung auch geringfügiger EKG-Veränderungen im Ruhe-EKG, vor allem im Sinne muldenförmiger bzw. aszendierender ST-Senkungen wird durch das Belastungs-EKG aufgezeigt:

Von 36 Untersuchten mit unauffälligem Ruhe-EKG blieb die ST-Strecke 30mal auch unter der Belastung unverändert oder wurde nur geringfügig gesenkt. Nur 6mal traten bei diesen Patienten typische ST-Senkungen vom horizontalen bzw. deszendierenden Typ auf.

Von 14 Infarktkranken mit geringfügigen ST-Senkungen im Ausgangs-EKG (aszendierender und muldenförmiger Typ) blieben die ST-Senkungen nur einmal unverändert, viermal wurden sie deutlich verstärkt. Bei 9 Patienten dieser Gruppe wurden aus den geringfügigen ST-Senkungen diagnostisch verwertbare ST-Senkungen vom horizontalen bzw. deszendierenden Typ.

4c. Begrenzung der Leistungsfähigkeit durch
vorwiegend extrakardiale Faktoren

Bei 20 Patienten wurde die Belastung abgebrochen aus Gründen, die nur zum kleineren Teil aus der eingeschränkten Funktionstüchtigkeit des Herzens zu erklären sind. Es läßt sich eine Einteilung in drei Gruppen vornehmen. Bei der ersten Gruppe (9 Patienten) war es vor allem die ungewohnte körperliche Tätigkeit, das mangelnde Training, welche zu allgemeiner Ermüdung bzw. zum Versagen der Extremitätenmuskulatur führten.

Bei der zweiten Gruppe (4 Patienten) wirkte sich die Angst vor möglichen Schmerzen oder eine allgemein ängstliche Haltung als Folge des durchgemachten Infarkts hemmend auf die Ausschöpfung der tatsächlich vorhandenen Leistungsreserven aus.

Bei der dritten Gruppe unterbrach der Arzt den Belastungsversuch, weil er einen weiteren Leistungsbeweis im Hinblick auf das Alter oder die körperliche Verfassung des Patienten für gefährlich hielt.

Diese mehr extrakardialen Faktoren der Leistungsbegrenzung fallen erst bei größerer Belastung ins Gewicht.

5. Veränderungen der T-Zacke während und nach
der Belastung

Während bei den Veränderungen der ST-Strecke uns die Form aussagekräftiger erscheint als eine zahlenmäßige Beschreibung, läßt sich das Verhalten von T zahlenmäßig gut wiedergeben,

besonders in seiner Relation zur R-Zacke.

In Abb. 8 wurden die Ruhewerte und die größte Veränderung von T während bzw. gleich nach Ende der Belastung eingetragen (n = 47, weil in drei Fällen keine R-Zacke zum Vergleich vorhanden war).

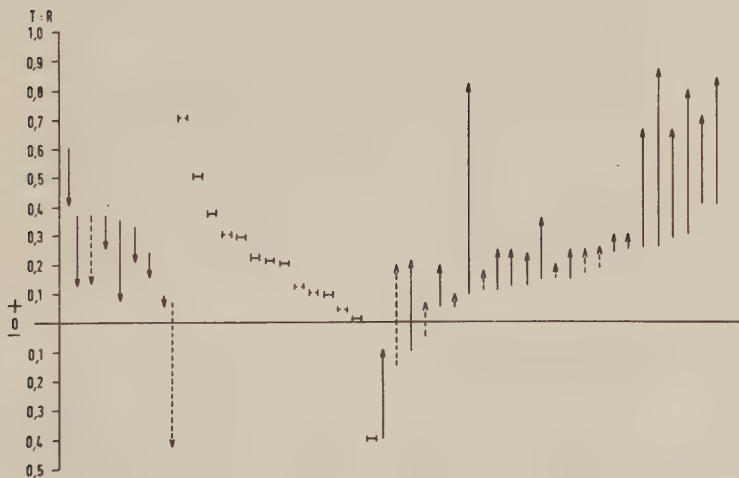


Abb. 8: Die Veränderung der T-Zacke im Belastungs-EKG infarktkranker.

T ist dargestellt in seiner Relation zur R-Zacke, wobei der Ruhe-Wert und die größte Veränderung während bzw. gleich nach Ende der Belastung eingetragen wurden. ↓ = T wird flacher, ↑ = T wird höher, H = T bleibt gleich, Strichelung = Auftreten von ST-Senkungen vom horizontalen oder deszendierenden Typ.

In 20 Fällen wurde die T-Zacke während der Belastung höher, in 14 Fällen blieb sie etwa gleich, in nur 9 Fällen war eine Abflachung von T während oder unmittelbar nach Belastungsende zu beobachten. Nur einmal wurde aus einem flach positiven T ein negatives T, wobei typische ST-Senkungen auftraten.

Sechsmal wurde die negative T-Zacke vorübergehend, kontinuierlich während der Belastung, positiv, einmal erreichte eine vorher negative T-Zacke annähernd die Nulllinie.

Unmittelbare Zusammenhänge zu subjektiven Beschwerden waren nicht zu beobachten, weder hinsichtlich der Belastungsdyspnoe noch hinsichtlich der Angina pectoris. Eine auffällige Beziehung ließ sich besonders nicht im Hinblick auf die Verlagerung der ST-Strecke feststellen.

6. Extrasystolen

Dreizehnmal beobachteten wir Extrasystolen, welche in neun Fällen vereinzelt und viermal gehäuft während der Belastung auftraten.

Siebenmal verschwanden die Extrasystolen mit Absetzen der Belastung, sechsmal traten sie noch vereinzelt nach der Belastung beim ruhigen Patienten auf.

Es handelt sich fast ausschließlich um Kammer-Extrasystolen, nur zweimal traten Vorhof-Extrasystolen auf.

In nur einem Fall waren gehäuft auftretende Extrasystolen ein für den Abbruch der Belastung mit entscheidendes Kriterium.

7. Berufstätigkeit und Leistung

66 % der belasteten Infarktkranken waren berufstätig. Von den Patienten, die bei Auftreten des Infarkts noch berufstätig waren, sind sogar 75 % wieder in das Arbeitsleben zurückgekehrt. Mehrere Patienten gingen trotz Infarzierung im pensionsfähigen Alter nach einer Ruhepause wieder einer beruflichen Tätigkeit nach.

Tabelle 2 zeigt, daß Infarkt Kranke mit wiedererlangter Berufstätigkeit zu höheren Leistungen fähig waren, als die, die nicht mehr zu regelmäßiger Berufstätigkeit zurückfanden oder auch die, deren akutes Ereignis nach der erfolgten Pensionierung auftrat.

	50 Watt	75 Watt	100 Watt	125 Watt
keine Wiederaufnahme der Arbeit	5	6		
Wiederaufnahme der Arbeit	3	15	12	3
Infarkt nach erfolgter Pensionierung	1	4	1	

Tab. 2: Berufstätigkeit und Leistung

IV. DISKUSSION

Die Frage nach der Leistungsfähigkeit Infarkt-kranker stellt sich vor allem bei medizinischen Rehabilitationsbemühungen, welche alle medizinischen und sozialen Maßnahmen zur bestmöglichen Wiedereingliederung in das tätige Leben umfassen, deren Möglichkeiten und Notwendigkeit von vielen Autoren aufgezeigt werden, auch mit Modellen zur praktischen Durchführung¹³, 14, 24, 26, 27, 32, 34, 53, 56, 62, 73, 74, 79).

Nachdem lange Zeit die körperliche Leistungsfähigkeit Infarktkranker unterschätzt worden ist, erwartet man sich heute von einer kontinuierlich zu steigenden Leistungsanforderung an Infarkt Kranke, die in ihrem Ausmaß der kardialen Laesion und dem Heilungsverlauf angepaßt ist, einen positiven Therapieeffekt: Man läßt die Patienten schon frühzeitig an Bewegungsübungen teilnehmen, "early mobilisation".^{20, 25, 26}) Im weiteren Verlauf wird dosiertes körperliches Training zur Steigerung der Leistungsreserven empfohlen.^{4, 15, 24, 27, 29, 30, 31, 32, 53, 63, 79})

Im Vordergrund der Diskussion zu der Bewegungstherapie Infarktkranker stehen folgende Gesichtspunkte:

1. Die Hoffnung auf eine positive Beeinflussung der Kollateralbildung bzw. der Funktionssteigerung vorhandener Kollateralen. Nachgewiesen wurden Kollateralen post mortem zwischen Ästen der linken und der rechten,

aber auch zwischen den Ästen einer Koronararterie. 65, 66, 76)

Eine Förderung der Kollateralenbildung durch Training wurde im Tierexperiment nachgewiesen, 10, 18, 19, 83, 88) wobei nach ECKSTEIN 19) eine starke Verengung eines Koronargefäßes bei durch Training gesteigerter Durchblutung des Herzens die Neubildung und die stärkere Ausnutzung schon vorhandener Kollateralen bewirkt. Allerdings bezeichnet ECKSTEIN eine Kollateralenbildung nach stattgehabtem völligen Verschuß als fraglich.

2. Die Vermeidung der in einer allzu langen Immobilisation liegenden Nachteile für den Gesamtorganismus. 20)
3. Die Ökonomisierung von Herz und Kreislauf durch Training.
4. Förderung des Gesundungswillens durch Aufzeigen der Möglichkeiten zur Wiedererlangung einer guten Leistungsbreite.

Wie wir schon in der Einleitung darlegten, wird in der Praxis das Ausmaß körperlicher Belastung den Infarktpatienten weitgehend selbst überlassen. 33) Wir haben uns der Patienten angenommen, bei denen noch keine systematische Bewegungstherapie unter ärztlicher Kontrolle durchgeführt worden war, und bei diesen die Frage nach der Leistungsfähigkeit gestellt. Neben der Objektivierung der Leistungsfähigkeit

Infarktkranker galt es dabei, ein Maß für die berufliche und häusliche Aktivität des einzelnen zu finden, ihm seine verbliebene oder wiedergewonnene Leistungsfähigkeit zu demonstrieren und ins Bewußtsein zu bringen, aber auch seine Grenzen zu zeigen, bzw. eine eventuelle Erfolgsbeurteilung im Rahmen der Verlaufsbeobachtung vorzunehmen.

Deshalb, und nicht aus differentialdiagnostischen Erwägungen über das Erkennen von Koronargefäßveränderungen beim Herzinfarkt, haben wir unseren Infarktkranken zur Fahrradergometerbelastung geraten.

Die Tatsache, daß 32 % der Untersuchten die 100 und 125 Watt-Stufe erreichten, weist darauf hin, daß mit einer guten Leistungsfähigkeit Infarktkranker gerechnet werden darf.

In welchem hohen Maße selbst ältere Infarkt Kranke bei entsprechend vorsichtiger Versuchsanordnung belastet werden können, zeigt diese Untersuchung. Die Gruppe des höchsten Lebensalters (über 60 Jahre) schnitt sogar deutlich besser ab als die des mittleren Alters (50 - 59 Jahre). Nach Beseitigung anfänglicher Bedenken haben wir die Zulassung zu dem Test nicht mehr von dem Alter des Patienten abhängig gemacht, wodurch wir ein breitgestreutes Kollektiv (zwischen 37 und 73 Jahren alt) erhielten. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Belastung lag mit 58 Jahren dementsprechend hoch.

Ursprünglich wollten wir Infarkt Kranke über 60 Jahre grundsätzlich von der Belastung ausschließen, doch haben gerade sie vielfach darum gebeten, teilnehmen zu dürfen. Sie führten an, daß sie sowieso regelmäßig Fahrrad führen, ausgedehnte Wanderungen vor-

nähmen. So wollten wir einen 73jährigen Patienten auf keinen Fall zulassen, bis er uns sagte, er komme sowieso regelmäßig mit dem Fahrrad zur Untersuchung. Er erreichte immerhin 3 Minuten 75 W ohne Angina pectoris oder Dyspnoe. Ein 68jähriger Patient gab an, er führe regelmäßig Fahrrad und betätige sich als Jagdhelfer, wobei er beträchtliche Kilometer zurückzulegen habe. Ohne jede Beschwerden erreichte er mit 4 Minuten 125 W die drittbeste Leistung der Untersuchten.

Die Begrenzung der Leistungsfähigkeit durch Herzinsuffizienz oder Koronarinsuffizienz war vor allem in dem 75 Watt-Bereich zu beobachten. Innerhalb der ersten 3 Minuten der 75 Wattstufe überwogen die Erscheinungen in Form einer Belastungsdyspnoe in positiver Korrelation zu den großvolumigen Infarktherzen und dem Verhalten der P-Zacke. Die von der Infarkterkrankung kaum mitbetroffenen Vorhöfe geben dabei die während der Belastung veränderte Haemodynamik in Form einer Breitenzunahme von P trotz belastungsbedingter Herzfrequenzzunahme wieder.

Eine kontinuierliche Zunahme des Auftretens von Zeichen einer kardial bedingten Insuffizienz mit steigender Belastung war nur bis zum Ende der 75 Wattstufe zu verzeichnen. Bei Patienten, die 3 Minuten 100 W ohne Beschwerden erreicht hatten, traten auch im weiteren Verlauf keine Beschwerden im Sinne einer Angina pectoris oder wahrscheinlich durch Herzinsuffizienz bedingten Dyspnoe mehr auf.

Es ist nicht auszuschließen, daß bei entsprechend höheren Belastungsstufen nicht doch noch Angina pectoris aufgetreten wäre. Doch bedeutet die Überprüfung dieser Frage ein zu großes Risiko für den Patienten, welches in keinem Verhältnis zu dem diagnostischen Vorteil steht.

- Abb. 9 - siehe Seite 40 -

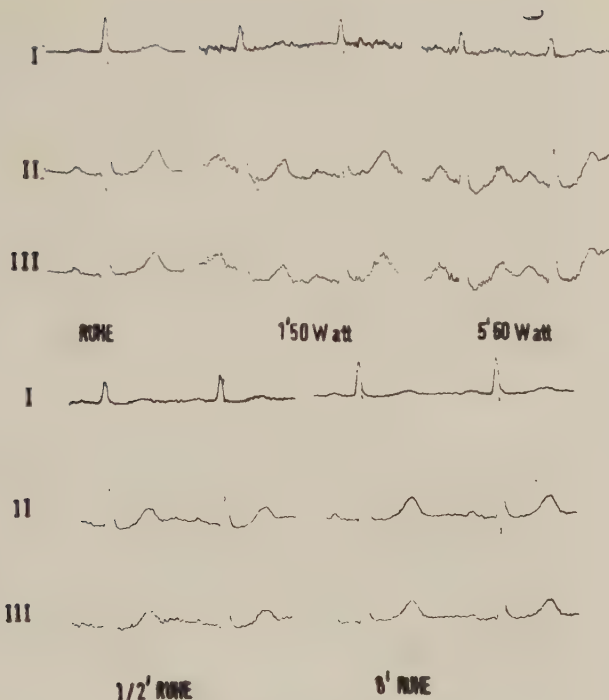


Abb. 9: Breitenzunahme der P-Zacke während der Belastung bei einem 73jährigen Infarkt-kranken.

Trotz Frequenzzunahme ist schon innerhalb der ersten Belastungsminuten der 50-Watt-stufe eine erhebliche Breitenzunahme von P zu erkennen, zusammen mit Erscheinungen einer Belastungsdyspnoe.

Die P-Zacke bleibt dabei 5 Min/50 W verbreitert.

Unmittelbar nach Unterbrechung der Belastung - schon nach 30 Sekunden - gleicht sich die vorübergehende Breitenzunahme wieder aus.

Was die kardial bedingte Dyspnoe anbelangt, so ließe sie sich in höheren Belastungsstufen wegen der überlagernden Arbeitsdyspnoe nicht mehr ausreichend sicher beurteilen. Bei steigender Leistungsanforderung genügen offenbar submaximale Belastungen, um Insuffizienzerscheinungen am Herzen hervorzurufen. Das bedeutet, daß der Patient gerade auch bei submaximalen Leistungsanforderungen sorgfältig überwacht werden muß und gegebenenfalls in diesen Grenzen trainiert werden sollte.

Das bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit Infarktkranker wichtige Belastungs-EKG erhält seinen Wert erst im Zusammenhang mit möglichst vielen klinischen Werten, wie wir zeigen konnten. Wir sind der Meinung, daß es nicht möglich ist, eine koronare Durchblutungsstörung lediglich aus dem EKG zu diagnostizieren.

Nach BÜCHER ¹⁰⁾ ist die Senkung der Zwischenstrecke unter die Nulllinie verbunden mit Angina pectoris als Ausdruck eines flüchtigen Sauerstoffmangels im Herzmuskel zu bewerten. Bei der Beurteilung der Veränderung der ST-Strecke werden die verschiedensten Werte als pathologisch angegeben, vor allem im Hinblick auf die Tiefe der ST-Senkung. So werden ST-Senkungen von 0,05 mV von MASTER und ROSENFELD ⁵⁶⁾ schon als pathologisch angesehen, während andere Autoren ST-Senkungen bis 0,1 mV noch keine pathologische Bedeutung beimessen. 32, 35, 50, 51, 82)

Wir glauben, daß die Form der ST-Senkung aussagekräftiger ist als ihr Ausmaß, wobei der aszendierende Form eine geringere oder keine, der deszendierenden und horizontalen ST-Senkung die entscheidende Bedeutung beigemessen wird. 17, 43, 47, 50, 51, 67)

Nach KORTH und SCHMIDT ⁴⁷⁾ ist die ST-Senkung mit aszendierendem Verlauf als "frequenzbedingt und ohne Belang" anzusehen. Der horizontale und der deszendierende Typ der ST-Senkung sind dagegen, "zumal wenn gleichzeitig ein Schmerz auftritt, fast stets beweisend für eine Koronarinsuffizienz."

Echte pectanginöse Beschwerden gingen bei unseren Probanden fast immer mit typischen ST-Senkungen vom horizontalen oder deszendierenden Typ einher (siebenmal). Doch keinesfalls immer war eine feste Korrelation zwischen ST-Senkungen und subjektiven Beschwerden gegeben. Die typischen ST-Senkungen waren nämlich in beinahe gleichgroßer Zahl wie von Angina pectoris nur von Oppressionsgefühl (viermal) oder von keinerlei subjektiven Beschwerden (dreimal) und in einem Fall von deutlicher Dyspnoe begleitet.

Dieses Ergebnis kommt auch dadurch zustande, daß wir, gemäß unserem Vorsatz, nicht in gefährlicher Weise den Patienten an seine Leistungsgrenze heranzutreiben, nicht erst den typischen belastenden Angina pectoris-Anfall abwarteten, sondern auch bei weniger gravierenden Beschwerden und/oder entsprechenden EKG-Veränderungen den Versuch abbrachen, was den Vorteil einer EKG-Registrierung während der Belastung unterstreicht.

Die beobachtete Dissoziation zwischen der Schwere der EKG-Veränderungen und den dabei auftretenden Beschwerden mahnt, auch geringeren Beschwerden, wie z. B. Herzdruck, gebührende Beobachtung zu schenken. So ist es nach DELIUS ¹³⁾ "wahrscheinlich, daß Herzdruck mit etwas Atemnot und manchmal Angst, wenn er auch kurz dauert, doch einen echten Angina pectoris-Anfall darstellt."

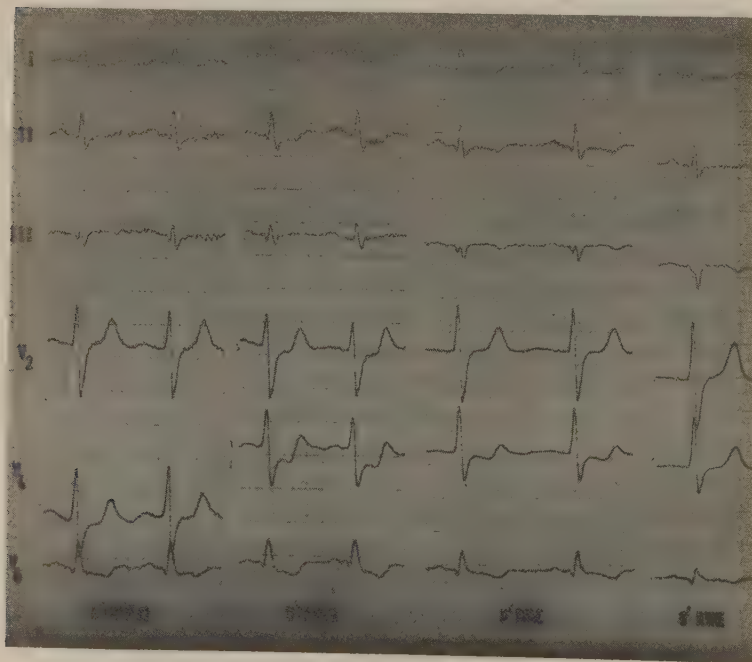


Abb. 10: Belastungs- und anschließendes Ruhe-EKG eines 49jährigen Infarktkranken, bei dem bei einer Belastung von 75 W typische ST-Senkungen auftraten, die nur von einem leichten Oppressionsgefühl begleitet waren.

Bei der Beurteilung des Ruhe-EKG muß der Arzt auch geringfügigeren ST-Senkungen, z. B. vom aszendierenden Typ, gebührende Beachtung schenken, denn wir fanden, daß gerade bei diesen Patienten unter der Belastung sich oben genannte typische ST-Senkungen, häufig mit Angina pectoris verbunden, entwickelten. Hier besteht eine Indikation zum Belastungstest, damit der Patient in unkontrollierter Alltagsbelastung nicht ständig solche Reaktionen provoziert.

Zum Verhalten der T-Zacke während und nach der Belastung

Abflachung von T: Bei der Beurteilung des Belastungs-EKGs wurde neben den Veränderungen der ST-Strecke dem Verhalten der T-Zacke die größte Bedeutung zugemessen. ⁶⁷⁾ Während bzw. nach der Belastung auftretende T-Abflachungen wurden als pathologisches Zeichen angesehen. ⁶⁾ Von DIETRICH und SCHWIEGK ¹⁶⁾ wurden die unter Belastung auftretenden T-Abflachungen als Ausdruck einer relativen Koronarinsuffizienz gewertet. Diese Beurteilung einer T-Abflachung halten wir für problematisch. REINDELL ⁶⁷⁾ ist der Ansicht, daß eine solche Beurteilung der T-Veränderung nicht gerechtfertigt ist. Verschiedene Untersucher ^{42, 77, 78)} erklären die Abflachung der T-Zacke während und nach der Belastung als ein physiologisches Phänomen. FLEISCH ²²⁾ hält es für möglich, daß T-Abflachungen und T-Umkehrungen auch als Ermüdungserscheinungen auftreten bzw. Folgen einer Tachykardie sind. MATZDORF ⁵⁸⁾ stellt fest, daß eine Abflachung der T-Zacken bei Gesunden häufiger als bei Patienten mit Herzinfarkt auftrete.

Wir hatten zwar eine Abflachung der T-Zacke erwartet, konnten jedoch dies, oftmals nur sehr geringfügig,

nur bei 18 % der Probanden beobachten. Meistens wurde die T-Zacke sogar höher während der Belastung (40 %) oder blieb gleich (28 %).

In 14 % der Fälle wurde eine negative T-Zacke vorübergehend und in kontinuierlicher Folge positiv ("paradoxe Reaktion"), bzw. erreichte sie in einem Fall annähernd die Nulllinie.

Das Positivwerden negativer T-Zacken (paradoxe Reaktion)

Dieses Phänomen wurde im Belastungsversuch schon von mehreren Autoren beobachtet. 50, 51, 55, 67, 70, 82) Dieses Positivwerden negativer T-Zacken, auch als paradoxe Reaktion bezeichnet, unterlag schon immer den verschiedensten Deutungsversuchen:

Im Handbuch der Inneren Medizin ⁷⁵⁾ aus dem Jahre 1965 werden einige Interpretationen verschiedener Autoren gegeben: Es wird als "ziemlich sicher pathologisch" angesehen, wenn es zusammen mit pectanginösen Beschwerden in I, II und links prae-kordial auftritt. Ohne subjektive Schmerzen sei die Beurteilung "problematisch". Von einigen zitierten Autoren wird es als Verschlechterung des Herz-befundes, von anderen als günstiges prognostisches Zeichen, "da dieses Verhalten die funktionelle Natur der vorhandenen EKG-Veränderungen dokumentiere", angesehen.

Nach BODEN ⁸⁾ wird das Auftreten dieses Phänomens während der Belastung dadurch erklärt, daß "durch sympatikutone Einflüsse die physiologische Tendenz zur Erhöhung der T-Wellen kurzfristig während oder nach der Belastung überwiegt."

Nach REINDELL ⁶⁷⁾ sehen die meisten Autoren die Ursache der "Verbesserung" des EKG-Befundes in einer Steigerung der Koronardurchblutung, wogegen er ⁶⁷⁾ mit FLEISCH ²²⁾ der Ansicht ist, "daß die Positivierung der T-Zacken bei Infarktpatienten durch zusätzliche ischaemische Reaktionen bedingt ist, die die vorher bestehenden EKG-Veränderungen durch entgegengerichtete elektromotorische Kräfte neutralisieren." ⁴¹⁾

Als Beispiel für eine Erklärung der positiven Wertung sei MATZDORF ⁵⁸⁾ zitiert: "durch Erhöhung des Blutdrucks und damit des Perfusionsdrucks und Erweiterung der Kollateralen vorher ischaemischer Herzmuskelzonen wäre eine bessere Koronardurchblutung während und nach der Belastung denkbar und damit eine Erklärung für die paradoxe Reaktion."

Grundsätzlich muß bedacht werden, daß Kammerendteilveränderungen lediglich auf eine Störung der Repolarisation hinweisen. Dabei können ganz allgemein geringe Veränderungen von ST und T Begleiterscheinungen einer schweren bleibenden Myokardschädigung sein, und wiederum hochgradige Veränderungen rein funktioneller Natur und voll reversibel sein. ²⁸⁾

Aus unseren Ausführungen wird die Problematik der Beurteilung der Kammerendschwankung deutlich; auch hier gilt, was KORTH und SCHMIDT ⁴⁶⁾ zu bedenken gaben: "Wenn man nicht in jedem einzelnen Fall sorgfältig abwägt, wie die auffällige Veränderung der T-Zacke zustande gekommen sein mag, dann endet die Interpretation des EKG in einer EKG-Deutung!"

Die Ergebnisse eines solchen Belastungstests hängen von vielen individuellen Faktoren, wie Alter, Konstitution, Infarktgröße, Zeitraum seit dem akuten Ereignis, Trainingszustand, Stoffwechsel und Kreislaufökonomie ab und lassen sich dementsprechend nur mit Einschränkungen verallgemeinern. Aus der Übereinstimmung von subjektiven Beschwerden und objektiven Meßdaten lassen sich jedoch gute Schlüsse auf die Leistungsfähigkeit des e i n - z e l n e n ziehen.

Die kontrollierte Fahrradergometerbelastung ermöglicht sinnvoll geplante und überwachte Aktivität, die eine Überschreitung der Leistungsgrenze und die damit verbundenen Gefahren vermeiden hilft. Neben der Objektivierung der individuellen Restleistung messen wir dem psychologischen Effekt der Fahrradergometerbelastung eine große Bedeutung zu: Indem wir dem Patienten sagen: "Sie bestimmen Ihre Leistungsgrenze selbst," erfährt er, durch unsere Kontrolle gesichert, was er sich ohne Schaden noch zutrauen darf. Einerseits können wir dem verängstigten Patienten damit einen Leistungsan-sporn geben, andererseits können wir den sich überfordernden Patienten in seiner Aktivität bremsen. Dadurch werden dem Patienten Richtlinien für sein Verhalten im täglichen Leben gegeben. Rückschläge durch immer wieder auftretende kardiale Beschwerden werden weitgehend vermieden, das Vertrauen in die verbliebenen Leistungsreserven und damit das Selbstvertrauen gestärkt.

Oft genug ließen uns Infarktkranke nach dem Test wissen, daß sie sich so viel gar nicht mehr zuge-traut hätten. Einige erwogen den Kauf eines Fahr-rades, andere besprachen mit uns die Möglichkeiten

der Aufnahme einer Teilzeitbeschäftigung, ein Patient plante einen Urlaub in den Bergen, ihm war unser Belastungsversuch eine Art Prüfstein.

Andere wiederum gingen in dem Wunsch, sich und der Umwelt ihre wiedererworbene bzw. erhaltene Leistungsfähigkeit zu beweisen, sehr weit: So legte ein 54-jähriger Patient zwei Jahre nach dem akuten Ereignis das Sportabzeichen mit überdurchschnittlichen Leistungen ab, allerdings ohne unseren Rat einzuholen. Seitdem fühle er sich wieder als vollwertiger Mensch.

Herr M. berichtete, er habe in seinem letzten Urlaub Berge bestiegen: "Eine Stunde steil bergauf, ohne Pause;" eine Bestätigung für ihn, daß das Leben auch nach der akuten Bedrohung noch einen Sinn habe.

Bei allem Respekt vor diesen beachtlichen Leistungen empfiehlt sich gerade für diese Patienten ein fahrradergometrischer Belastungstest v o r solchen nicht ungefährlichen Unternehmungen.

Ziel des Rehabilitationsbemühens, auch der Testung der Leistungsfähigkeit, ist vor allem die Rückführung des Infarktpatienten in ein tätiges Leben. Daß eine solche gelingt, zeigt eine Literaturübersicht von SCHÜTZ, ⁷⁹⁾ wonach 76,5 % von 8001 Infarktkranken wieder in das Erwerbsleben zurückkehrten. Das stimmt mit den Beobachtungen bei unseren Patienten überein: 75 % der vor dem Infarkt noch berufstätigen Patienten kehrten wieder in das Arbeitsleben zurück; sie erbrachten deutlich bessere Leistungen als die nicht-berufstätigen Patienten.

Die beobachtete gute Leistungsfähigkeit der von uns untersuchten Infarktkranken zeigt, wie wichtig es ist, den Infarktkranken unter entsprechend vorsichtigem Vorgehen auf die ihm tatsächlich verbliebene Restleistung hin zu untersuchen und gegebenenfalls einer systematischen Bewegungstherapie zuzuführen. Ein hohes Lebensalter allein stellt, wenn es auch besonders ärztliche Führung verlangt, nach unseren Erfahrungen keine Kontraindikation dar.

"Medical care is not complete until the patient has been trained to live and work with what he has left." 73)

V. ZUSAMMENFASSUNG

Ein zentrales Problem der Nachsorgebetreuung Infarktkranker ist die Rückführung in ein befriedigendes, tätiges Leben. Es muß ein vertretbares Ausmaß beruflicher und häuslicher Belastung gefunden werden. Für Arzt und Patienten ergibt sich daraus die Notwendigkeit, einen Überblick über die Leistungsreserven und die jeweils im Vordergrund stehenden Ursachen der Leistungsbegrenzung zu erhalten.

Aus diesem Grunde führten wir mit einer den individuellen Krankheitsverlauf berücksichtigenden Auswahl von 50 Infarktkranken eine Fahrrad-Ergometer-Belastung durch.

Bei steigender Belastung fanden 20 % der Untersuchten ihre Leistungsgrenze im unteren (50 W), 48 % im mittleren (75 W) und 32 % im oberen (100 und 125 W) Bereich. Diese guten Leistungen berechtigen zu einer positiven Einstellung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit Infarktkranker.

Selbst ältere Patienten zeigten unerwartet gute Leistungen. Die Bedeutung der Wiederaufnahme der Arbeit unterstreicht das sichtbar bessere Abschneiden der Berufstätigen.

Infarktlokalisation und Leistungsfähigkeit blieben ohne feste Beziehung zueinander, auch der Verlaufstyp läßt, abgesehen von den herausragenden Leistungen der Patienten mit Verlaufstyp I, nur eine begrenzte Aussage über die Leistungsfähigkeit zu.

Der Blutdruck änderte sich unter der Belastung vor allem im systolischen Bereich, im Sinne einer der Belastungshöhe entsprechenden Zunahme, während der diastolische Blutdruck nur geringe Ausschläge aufwies. Der Pulsfrequenzanstieg folgte ebenfalls der Höhe der erreichten Watt-Stufe.

Das Herzvolumen lag bei 8 % der Untersuchten unter 700 cm^3 , bei 36 % zwischen 700 und 850 cm^3 und bei 56 % darüber. Wir fanden eine deutliche Zunahme der Herzgröße mit steigendem Alter.

Patienten mit großvolumigen Herzen waren in ihrer Leistung fast ausschließlich durch Dyspnoe begrenzt, welche mit einer Verbreiterung der P-Zacke einherging, was wir in seiner Übereinstimmung als sichtbaren Ausdruck einer Herzinsuffizienz ansehen möchten.

Für Patienten mit mittleren und kleinvolumigen Infarktherzen stellten Herzschmerzen und/oder ST-Senkungen vom deszendierenden und horizontalen Typ die charakteristischen Merkmale der Leistungsbegrenzung als Hinweis auf eine Koronarinsuffizienz dar. Echte pectanginöse Beschwerden gingen dabei

immer mit entsprechenden ST-Senkungen einher, während umgekehrt typische ST-Senkungen häufig von keinerlei oder nur geringfügigen Beschwerden begleitet waren.

Die häufigste Reaktionsform der T-Zacke war die Höhenzunahme, mehr als zweimal häufiger als eine Abflachung. Siebenmal wurde eine sogenannte paradoxe Reaktion der T-Zacken beobachtet.

Sichere Beziehungen zur Verlagerung der ST-Strecke oder zu subjektiven Beschwerden konnten dabei nicht festgestellt werden.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. ABARQUEZ, R.F., FREIMANN, A.H., REICHEL, F.,
LADNE, J.S.:
The precordial electrocardiogram during exercise.
Circulation 22 (1960) 1061.
2. ABEL, H., HERTLE, F.:
Elektrokardiographische, vektorkardiographische
und ergometrische Untersuchungen nach Myokard-
infarkt.
Med. Klin. 60 (1965) 989.
3. ARESKOG, N.-H., BJÖRK, L., BJÖRK, V.O.,
HALLEN, A., STRÖM, G.:
Physical work capacity, electrocardiographic
reaction to worktest and coronary angiogram in
coronary artery disease.
Acta med. Scand. suppl. 472 (1967) 9.
4. BARRY, A.J., DALY, J.W., PRUETT, E.D.R.,
STEINMETZ, J.R., BIRKHEAD, N.C., RODAHL, K.:
Effects of physical training in patients who
have had myocardial infarction.
Am. J. Cardiol. 17 (1966) 1.
5. BELLET, S., MÜLLER, O.F.:
The electrocardiogram during exercise. Its value
in the diagnosis of angina pectoris.
Circulation 32 (1965) 477.
6. BELLET, S., ROMAN, L.R., NICHOLS, G.J.,
MÜLLER, O.F.:
Detection of coronary-prone subjects in a normal
population by radioelectrocardiographic exercise
test. Follow-up studies.
Am. J. Cardiol. 19 (1967) 783.

7. BELLET, S., ELIAKIM, M., DELYIANNIS, S.,
FIGALLO, E.M.:
Radioelectrocardiographic changes during
strenuous exercise in normal subjects.
Circulation 32 (1965) 477.
8. BODEN, E., EFFERT, S.:
Besondere Formen der Arbeitsreaktion im Elektro-
kardiogramm.
Ztschr. ges. inn. Med. 9 (1954) 937.
9. BOLT, W., BALDIMOS, J., KANN, J., VALENTIN, H.,
VENRATH, H.:
Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von
Patienten mit Zustand nach Herzinfarkt.
Ztschr. Kreisl.-forsch. 46 (1957) 284.
10. BÜCHNER, F.:
Die Koronarinsuffizienz.
Dresden-Leipzig, Kreislaufbücherei 3 (1939) 21.
11. BUTSCHENKO, L.A.:
Einige Grundfragen der elektrokardiographischen
Untersuchung während körperlicher Belastung und
in der Erholungsperiode.
Ztschr. ges. inn. Med. 21 (1966) 688.
12. CHAPMAN, C.B., FRASER, R.S.:
Studies on effect of exercise on cardiovascular
function. Cardiovascular response to exercise
in patients with healed myocardial infarction.
Circulation 9 (1954) 347.
13. DELIUS, L., v. HATTINGBERG, I., GEGINAT, G.,
MENSEN, H.:
Studien zur Rehabilitation von Arbeitern mit
Herzinfarkt.
Dtsch. med. Wschr. 89 (1964) 474.

14. DELIUS, L.:
Probleme der Rehabilitation von Herz- und
Kreislaufpatienten.
Fortschr. Med. 87 (1969) 13.
15. DELIUS, L., GRANDMANN, H., KAMPE, D.,
STOLTENBERG, W.:
Über die Nachbehandlung von Herzinfarkten im
Heilbad.
Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk. 6 (1954) 348.
16. DIETRICH, S., SCHWIEGK, H.:
Angina pectoris und Anoxie des Herzmuskels.
Ztschr. f. klin. Med. 125 (1933) 195.
17. DIMOND, G.E.:
The Exercise Test and Prognosis of Coronary
Heart Disease.
Circulation 24 (1961) 738.
18. ECKSTEIN, R.W.:
Development of intraarterial coronary
anastomoses by chronic anemia. Disappearance
following correction of anemia.
Circ. Res. 3 (1955) 306.
19. ECKSTEIN, R.W.:
Effect of exercise and coronary artery narrowing
on coronary collateral circulation.
Circ. Res. 5 (1957) 230.
20. FAREEDUDDIN, K., ABELMANN, W.H.:
Impaired orthostatic tolerance after bed rest
in patients with myocardial infarction.
New Engl. J. Med. 280 (1969) 345.

21. FELDER, O.:
Die Funktionsprüfung des kardio-respiratorischen Systems als Grundlage gezielter beruflicher Rehabilitation.
Münch. med. Wschr. 25 (1965) 1247.
22. FLEISCH, A.O.:
Gefahren und Grenzen des Arbeitsversuches im Elektrokardiogramm.
Schweiz. med. Wschr. 92 (1962) 456.
23. GADERMANN, E., JUNG, K.:
Zur Objektivierung der Leistungsfähigkeit durch maximale Arbeit am Fahrradergometer im Liegen.
Med. Welt 40 (1968) 2147.
24. GOERKE, A.:
Spiroergometrische Verlaufsbeobachtungen während der Rehabilitation von Herzinfarkt-rekonvaleszenten.
Diss. Marburg (1964) 21.
25. GRODEN, B.M.:
Mobilisation after myocardial infarction.
Lancet 1 (1969) 945.
26. GRODEN, B.M.:
Return to work after myocardial infarction.
Scot. med. J. 12 (1967) 297.
27. GOTTHEINER, V.:
Long-range strenuous sports training for cardiac reconditioning and rehabilitation.
Am. J. Cardiol. 22 (1968) 426.

28. HEINECKER, R.:
EKG-Fiebel.
Stuttgart (1967) 103.
29. HELLER, E.M.:
Rehabilitation after myocardial infarction,
practical experience with a graded exercise
program.
Canad. Med. Ass. J. 97 (1967) 22.
30. HELLERSTEIN, H.K., HORNSTEN, T.R.:
The coronary spectrum. Assessing and preparing
the patient for return to a meaningful and
productive life.
J. Rehabil. 32 (1966) 48.
31. HEYMANS, E.:
Überlegungen zur Wiedereingliederung Infarkt-
geschädigter in das Arbeitsleben.
Med. Klin. 58 (1963) 1068.
32. HILLEBRECHT, J., LEMMERZ, A.H.:
Grundlagen und Wege der medizinischen
Rehabilitation des Herzinfarkt-kranken durch
den praktischen Arzt.
Med. Welt 36 (1967) 2063.
33. HILMER, W.:
Die Beurteilung von Infarkt-kranken auf Grund
von Verlaufsbeobachtungen.
Beiträge z. prakt. Medizin, Stuttgart (1967) 8, 74.
34. HOCHREIN, M., SCHLEICHER, I.:
Neue Erkenntnisse über die Verhütung, Beurtei-
lung und Wiederherstellungsbehandlung des
Myokardinfarktes.
Med. Wschr. 12 (1958) 456.

35. HOLZMANN, M., WUHRMANN, F.:
Der Arbeitsversuch im Elektrokardiogramm.
Dtsch. med. Wschr. 62 (1936) 379.
36. ISAACS, J.H., WILBURNE, M., MILIS, H.,
KUHN, R.:
Vector-electrocardiographic exercise test in
ischemic heart disease. A more objective measure
of exercise tolerance.
J. Am. Med. Ass. 198 (1966) 1065.
37. JESCHKE, D.:
Zur Geschichte der ärztlichen Rehabilitation
mit Körpertraining.
Med. Welt 19 (1968) 1822.
38. KALTENBACH, M., SCHÄFER, R., KLEPZIG, H.:
Prognostische Bedeutung des Belastungs-Elektro-
kardiogramms. Eine Katamnese über fünf Jahre.
Med. Klin. 62 (1967) 710.
39. KALTENBACH, M.:
Stufenbelastungen zur Beurteilung der körper-
lichen Leistungsfähigkeit und der Koronar-
sklerose.
Dtsch. med. Wschr. 91 (1966) 884.
40. KALTENBACH, M., KLEPZIG, H.:
Das EKG während Belastung und seine Bedeutung
für die Erkennung der Koronarinsuffizienz.
Z. Kreislaufforsch. 52 (1963) 496.
41. KIENLE, F.:
Praktische Elektrokardiographie.
Stuttgart 1947.

42. KLEPZIG, H., MÜLLER, D., REINDELL, H.:
Über das EKG während Belastung und seine
klinische Bedeutung.
Ztschr. Kreisf.-forsch. 45 (1956) 741.
43. KLEPZIG, H., KALTENBACH, M.:
Erkennung und Begutachtung der Coronarsklerose.
Ztschr. ärztl. Fortbild. 51 (1962) 677.
44. KÖNIG, K., REINDELL, H., GOLDSCHMIDT, O.F.:
Die Beziehungen zwischen Herzvolumen und körper-
licher Leistung bei Patienten mit abgeheiltem
Herzinfarkt.
Arch. Kreisf.-forsch. 48 (1965) 217.
45. KÖNIG, K., REINDELL, H., ROSKAMM, H.:
Zur Frage der Ausbelastung bei spiroergometri-
schen Leistungsprüfungen.
Dtsch. med. Wschr. 25 (1962) 1304.
46. KORTH, C., SCHMIDT, J.:
Herzhypertrophie und Elektrokardiogramm.
Münch. med. Wschr. 15 (1959) 653.
47. KORTH, C., SCHMIDT, J.:
Klinische Elektrokardiographie.
München-Berlin-Wien (1969) 202.
48. KRAUS, H., RAAB, W.:
Krankheiten durch Bewegungsmangel.
München (1964) 124, 126.
49. LANDEN, H.C.:
Zur funktionellen Analyse der Leistungsfähigkeit
des gesunden und des kranken Herzens unter Arbeit.
Erg. inn. Med. NF. 4 (1953) 565.

50. LEPESCHKIN, E.:
Das Elektrokardiogramm.
Dresden-Leipzig (1957) 179, 279, 281.
51. LEPESCHKIN, E.:
Exercise tests in the diagnosis of coronary
heart disease.
Circulation 22 (1960) 986.
52. Mac ALPIN, N.:
Adaption to exercise in angina pectoris. The
electrocardiogram during treadmill walking and
angiographic findings.
Circulation 33 (1966) 183.
53. MARCHET, H.:
Die Übungsbehandlung bei Herzkrankheiten.
Med. Klin. 26 (1962) 1139.
54. MASTER, A.M., OPPENHEIMER, E.T.:
Simple exercise tolerance test with standard
tables for normal individuals.
Am. J. Med. Sc. 177 (1929) 233.
55. MASTER, A.M., FRIEDMANN, R., DACK, S.:
Electrocardiogram after standard exercise
as functional test of heart.
Am. Heart. J. 24 (1942) 777.
56. MASTER, A.M., JAFFE, H.L., TEICH, E.M.,
BRINBERG, L.:
Survival and rehabilitation after coronary
occlusion.
J. Am. Med. Ass. 156 (1954) 1552.

57. MASTER, A.M., ROSENFELD, J.:
Exercise electrocardiography as an estimation
of cardiac function.
Dis. Chest. 51 (1967) 347.
58. MATZDORFF, F.:
Das Belastungs-EKG und das Langzeit-EKG.
Münch. Med. Wschr. 23 (1969) 1288.
59. MEERKAMM, F., HERTLE, F.H.:
Elektrokardiographische Beobachtungen bei
gesunden Probanden und Herzinfarktpatienten
unter standardisierter submaximaler Ergometer-
Belastung.
Arch. Kreisl.-forsch. 57 (1968) 240.
60. MELLEROWICZ, H., NOWACKI, P.:
Vergleichende Untersuchungen von Atem- und
Kreislauffunktionen bei physikalisch gleicher
ergometrischer Arbeit im Stehen, Sitzen und
Liegen.
Zeitschr. Kreisl.-forsch. 50 (1961) 1002.
61. MEYTHALER, M., FICK, H., HAAS, W., SCHMIDT, J.:
Die klinische Größenbestimmung des Herzens.
Arch. Kreisl.-forsch. 55 (1968) 123.
62. NAUGHTON, J.:
Cardiorespiratory adjustments during exercise
in patients with healed myocardial infarction.
J. Ark. med. Soc. 65 (1968) 241.
63. NAUGHTON, J., LATEGOLA, M.T., SHANBOUR, K.:
A physical rehabilitation program for cardiac
patients: a progress report.
Am. J. Med. Sc. 252 (1966) 545.

64. NIITANI, H., IINO, S., NARUSAMA, T.:
Limitations in the diagnosis of the exercise
electrocardiogram.
Jap. Circ. J. 30 (1966) 1564.
65. PITT, B.:
Interarterial coronary anastomoses occurrence
in normal hearts and in certain pathologic
conditions.
Circulation 20 (1959) 816.
66. PRINZMETAL, M., SIMKIN, B., BERGMANN, H.C.,
KRUGER, H.E.:
Studies on coronary circulation, collateral
circulation of normal human heart by coronary
perfusion with radioactive erythrocytes and
glass spheres.
Am. Heart. J. 33 (1947) 420.
67. REINDELL, H., KÖNIG, K., ROSKAMM, H.:
Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken
Herzens.
Stuttgart 1967.
68. REINDELL, H., KIRCHHOFF, H.W.:
Über kombinierte Funktionsprüfungen des Kreis-
laufs und der Atmung.
Dtsch. med. Wschr. 81 (1956) 592.
69. ROBB, G.B.:
Postexercise electrocardiogram in arteriosclerotic
heart disease.
Its value in diagnosis and prognosis.
J. Am. Med. Ass. 110 (1939) 82.

70. ROSKAMM, H., REINDELL, H., NOVAKOVIC, N.,
BÜCHNER, Ch., BLÜMCHEN, G.:
Die klinische Bedeutung des Elektrokardiogramms
während Ergometerbelastung.
Ärztli. Lab. 9 (1963) 277.
71. ROSKAMM, H.:
Zur Bewegungstherapie der Koronarinsuffizienz.
Hippokrates 37 (1966) 387.
72. ROSKAMM, H., SAMEK, L., REINDELL, H.:
Neuere Ergebnisse zur Wirkung von Nitroglyzerin
auf die Arbeitstoleranz der Angina pectoris
Patienten.
Fortschr. Med. 19 (1969) 827.
73. RUSK, H.A.:
Rehabilitation Medicine.
St. Louis 1958.
74. SAGER, H.D.:
Workmen's Compensation - an industrial and
social mechanism.
Work and Heart, New York 1959.
75. SCHIMERT, G., SCHIMMLER, W., SCHWALB, H.,
EBERL, J.:
Handb. Inn. Med. IX/3; 1037
Berlin - Göttingen - Heidelberg 1960.
76. SCHLESINGER, M.:
Injection plus dissection study of coronary
artery occlusion and anastomoses.
Am. Heart J. 15 (1938) 528.

77. SCHLOMKA, G., REINDELL, H., MALAMANI, V.:
Beiträge zur klinischen Elektrokardiographie;
weitere Untersuchungen über das Belastungs-
Elektrokardiogramm.
Ztschr. f. klin. Med. 136 (1939) 367.
78. SCHÖNE, G.:
Über das Belastungselektrokardiogramm bei
Gesunden und Herzkranken.
Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 48 (1936) 331.
79. SCHÜTZ, H.:
In welchem Umfang erfolgt nach einem Myokard-
infarkt die Wiederaufnahme der Arbeit?
Diss. Erlangen (1969) 28.
80. SCHWEIZER, W.:
Kollateralenentwicklung am Herzen.
Therapiewoche 13 (1963) 894.
81. SHEVCHUK, M.G., ISAKOVA, E.N.:
The effect of dosaged physical exercise on
the course and restitution of myocardial
infarction in experimental conditions.
Pat. Fiziol. Eksp. Ter. 7 (1963) 42.
82. SLAPAK, L.:
Über Normalisierung pathologisch veränderter
EKG-Bilder nach Arbeitsbelastung.
Klin. Med. 11 (1956) 393.
83. TEPPERMAN, J., PEARLMAN, D.:
Effects of exercise and anemia on coronary
arteries of small animals as revealed by the
corrosion-cast technique.
Circ. Res. 9 (1961) 576.

84. VALENTIN, H., VENRATH, H.:
Funktionelle Beurteilung nach abgelaufenem
Myokardinfarkt und Rezidivverhütung bei der
beruflichen Beanspruchung in der Nachbehand-
lung. Probleme der Vita maxima.
Therapiewoche 11 (1960) 105.
85. VALENTIN, H.:
Ergebnisse der objektiven und quantitativen
Analyse der Herzfunktion in der jeweiligen
Vita maxima nach abgelaufenem Myokardinfarkt.
Ärztl. Forsch. 17 (1963) 369.
86. WASYLUK, J.:
Effect of exertion on the electrocardiogram
of patients after myocardial infarction.
Pol. Tyg. lek. 22 (1967) 1364.
87. WHITE, P.D.:
The priority of rehabilitation in cardiovascular
disease.
Arch. phys. Med. 45 (1964) 592.
88. ZOLL, P.M., NORMAN, C.R.:
The effects of vasomotor drugs and of anemia
upon interarterial coronary anastomoses.
Circulation 6 (1952) 832.

LEBENS LAUF

Als Sohn des Kaufmanns Kurt Lehmann und seiner Ehefrau Ursula, geb. Rühle, wurde ich am 7. 11. 1944 in Breslau geboren.

Nach dem Abschluß der Schulausbildung mit dem Zeugnis der Reife vom 20. 2. 1964 studierte ich ein Semester evangelische Theologie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Vom Wintersemester 1964/65 bis zum Sommersemester 1970 studierte ich Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen, wo ich am 15. 2. 1971 die ärztliche Prüfung bestand.

Vom 1. 5. 1971 bis zum 30. 4. 1972 war ich als Medizinalassistent an der Universitäts-Nervenklinik und der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen sowie in den Städtischen Krankenanstalten Nürnberg tätig.

Am 2. 5. 1972 erhielt ich meine Approbation als Arzt, seitdem bin ich als wissenschaftlicher Assistent in der Psychiatrischen Klinik der Georg-August-Universität Göttingen, Direktor: Professor Dr. J. E. Meyer, beschäftigt.

